

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-040146

(43)Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.Cl. G06T 1/00
G06T 7/00

(21)Application number : 10-208075

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI ENG CO LTD

(22)Date of filing : 23.07.1998

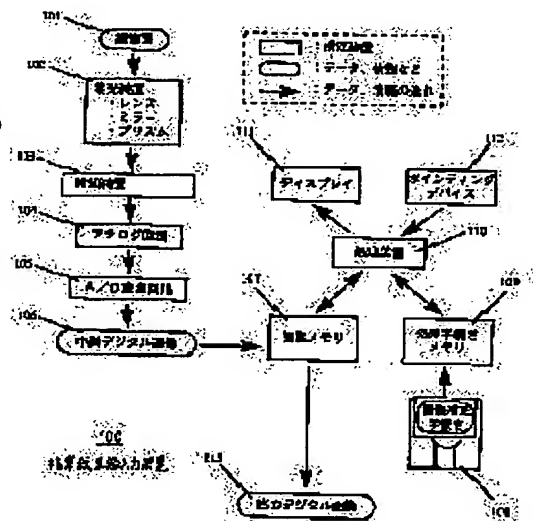
(72)Inventor : ISOBE YOSHIKI
SETO YOICHI
KURODA MORIAKI

(54) IMAGE PROCESSING METHOD, IMAGE PROCESSOR AND FINGERPRINT IMAGE INPUT DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the image of desired image quality by performing a correction processing for absorbing characteristics intrinsic to an image pickup system.

SOLUTION: The point spread function of the image pickup system (converging device 102, detector 103, analog circuit 104 and A/D conversion circuit 105) is estimated from an edge profile photographed by placing an edge on an image pickup surface 101 and a filter is prepared based on the point spread function. By using the filter, a fingerprint image photographed by placing a fingerprint on the image pickup surface 101 is corrected and the intrinsic characteristics of the image pickup system are absorbed. Thus, the image of the desired image quality not controlled by the characteristics intrinsic to the image pickup system is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-40146
(P2000-40146A)

(43)公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 6 T 1/00
7/00

G 0 6 F 15/64
15/62
15/64

4 0 0 A 5 B 0 4 3
4 6 0 5 B 0 4 7
G

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平10-208075

(22)出願日 平成10年7月23日(1998.7.23)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 390023928

日立エンジニアリング株式会社

茨城県日立市幸町3丁目2番1号

(72)発明者 磯部 義明

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(74)代理人 100095511

弁理士 有近 紳志郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理方法、画像処理装置および指掌紋画像入力装置

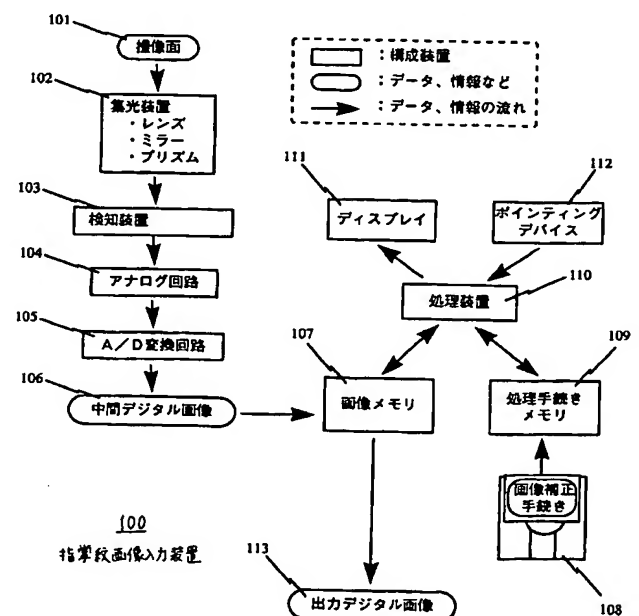
(57)【要約】

【課題】 撮像系に固有の特性を吸収する補正処理を行って所望の画質の画像を得る。

【解決手段】 撮像面101にエッジを置いて撮影したエッジプロフィールから撮像系(集光装置102, 検知装置103, アナログ回路104, A/D変換回路105)の点広がり関数を推定し、その点広がり関数を基にフィルタを作成し、そのフィルタを用いて、前記撮像面101に指掌紋を置いて撮影した指掌紋画像を補正し、撮像系の固有の特性を吸収する。

【効果】 撮像系に固有の特性に左右されない所望の画質の画像を得られる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 実空間のエッジを撮像装置で撮影して得たエッジプロファイルから撮像系の振幅伝達関数または点広がり関数の少なくとも一方（これを撮像系関数と表記する）を推定し、その撮像系関数を基にしたフィルタを生成し、前記撮像装置で撮影して得た撮影画像を前記フィルタを用いて補正処理することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】 実空間のエッジを撮像装置で撮影して得たエッジプロファイルから撮像系の振幅伝達関数または点広がり関数の少なくとも一方（これを撮像系関数と表記する）を推定する撮像系関数推定手段と、前記撮像系関数を基にしたフィルタを生成するフィルタ生成手段と、前記撮像装置で撮影して得た撮影画像を前記フィルタを用いて補正処理する撮影画像補正手段とを具備したことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】 指紋または掌紋の少なくとも一方（これを指掌紋と表記する）を撮像する撮像装置を備えた指掌紋画像入力装置であって、前記撮像装置でエッジを撮影して得たエッジプロファイルから撮像系の振幅伝達関数または点広がり関数の少なくとも一方（これを撮像系関数と表記する）を推定する撮像系関数推定手段と、撮像系関数を画面に表示する撮像系関数表示手段と、前記撮像系関数を基にしたフィルタを生成するフィルタ生成手段と、前記撮像装置で撮影して得た指掌紋画像を前記フィルタを用いて補正処理する撮影画像補正手段とを具備したことを特徴とする指掌紋画像入力装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の指掌紋画像入力装置において、所望の画質の有効計算領域を指定する有効計算領域指定手段を具備し、前記フィルタ生成手段は、前記点広がり関数の前記有効計算領域外の値を小さくする鮮鋭化フィルタを生成することを特徴とする指掌紋画像入力装置。

【請求項 5】 請求項 3 または請求項 4 に記載の指掌紋画像入力装置において、前記撮像装置でエッジを撮影して得たエッジ画像を画面に表示するエッジ画像表示手段と、表示したエッジ画像上でエッジ部分を指定するエッジ部分指定手段とを具備し、前記撮像系関数推定手段は、指定されたエッジ部分のエッジプロファイルから撮像系関数を推定することを特徴とする指掌紋画像入力装置。

【請求項 6】 請求項 3 から請求項 5 のいずれかに記載の指掌紋画像入力装置において、理想エッジと前記点広がり関数とを用いたエッジプロファイルシミュレーションによりエッジプロファイルを作成するエッジプロファイルシミュレーション手段を具備したことを特徴とする指掌紋画像入力装置。

【請求項 7】 請求項 3 から請求項 6 のいずれかに記載の指掌紋画像入力装置において、空間周波数領域でフィルタ特性を設計するフィルタ特性設計手段を具備し、前

記フィルタ生成手段は、前記空間周波数領域で設計されたフィルタ特性に基づいて実空間のフィルタを生成することを特徴とする指掌紋画像入力装置。

【請求項 8】 請求項 3 から請求項 7 のいずれかに記載の指掌紋画像入力装置において、前記フィルタ生成手段により予め生成した複数のフィルタを格納するフィルタ格納手段と、それら複数のフィルタを鮮鋭化度の順に並べて操作者に提示し選択させるフィルタ選択手段とを具備し、前記入力画像補正手段は、前記選択されたフィルタを用いて補正処理を行うことを特徴とする指掌紋画像入力装置。

【請求項 9】 請求項 3 から請求項 8 のいずれかに記載の指掌紋画像入力装置において、ネットワークを介して指掌紋画像を受信する指掌紋画像受信手段と、前記補正処理した指掌紋画像と前記受信した指掌紋画像とを並べて表示する比較画面表示手段とを具備したことを特徴とする指掌紋画像入力装置。

【請求項 10】 請求項 3 から請求項 9 のいずれかに記載の指掌紋画像入力装置において、前記撮像装置で撮影して得た指掌紋画像を画面に表示し操作者に局所領域を指定させる局所領域指定手段を具備し、前記撮影画像補正手段は、前記指定された局所領域のみについて補正処理を行うと共にその補正処理した局所領域の画像を画面に表示することを特徴とする指掌紋画像入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理方法、画像処理装置および指掌紋画像入力装置に関し、さらに詳しくは、撮像装置に固有の特性を吸収する補正を行って所望の画質の画像を得られるようにした画像処理方法、画像処理装置および指掌紋画像入力装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の指掌紋画像入力装置は、撮像装置で指紋または掌紋の少なくとも一方（これを指掌紋と表記する）を撮影して得られた指掌紋画像を指掌紋照合装置に入力する画像としている。そして、指掌紋照合装置は、前記入力された画像の画質に合わせた画像処理アルゴリズムで画像処理を行っている。

【0003】本発明に関連する公知技術を記載した次の文献がある。

・文献（1）

坂田俊文、下田陽久、深江潔也：「MOS-1 MESSR 画像の MTF 推定」, Proceeding of The Third Symposium on MOS-1 Verification Program (MVP) (No.1), I-127~I-146, National Space Development Agency of Japan.

・文献（2）

瀬戸洋一：「衛星画像の高精度補正方式」、日本リモートセンシング学会誌, Vol.11, No.4, pp41-52 (1991)

・文献（3）

瀬戸洋一、浜野亘男：「画像補正機能付き画像補間フィルタの提案」、信学論，Vol.J72-D2, No.5, pp696-706 (1989)

・文献（4）

瀬戸洋一、坪井晃：「画質補正を考慮した不等間隔画素補間方式の提案」、信学論，Vol.J73-D2, No.3, pp305-316 (1990)

・文献（5）

Nim-Yau Chu, Clare D. McGillem: 「Image Restoration Filters Based on all-0 Weighting Over the Domain of Support of the PSF」, IEEE Trans. A.S.S.P., Vol. ASSP-27, No.5 (1979.10)

・文献（6）

James H. McClellan, Thomas W. Parks, Lawrence R. Rabiner: 「A Computer Program for Designing Optimum FIR Linear Phase Digital Filters」, IEEE Trans. On Audio and Electroacoustics, Vol. AU-21, No.6 (1973.12)

・文献（7）

田村秀行監修：「コンピュータ画像処理入門」：総研出版 (1985)

【0004】文献（1）は、振幅伝達関数MTF (Modulation Transfer Function) の推定方法としてEdge Spectrum ratio Methodを紹介し、衛星画像であるMOS-1 ME SSR画像の振幅伝達関数MTFを、この方法により求めた。文献（2）（3）は、衛星画像における撮影画像のぼけ特性を評価し、衛星画像のぼけと幾何学歪を統合して補正処理する方式について述べている。文献（4）は、文献（3）に加えて不等間隔画素歪が生じた場合の画質劣化補正を考慮した補間法を提案した。文献

（5）は、画像の点広がり関数PSF (Point Spread Function) 特性の有効計算領域を指定し、有効計算領域外のエネルギーを最小にするフィルタを求めることで、鮮鋭化フィルタを生成する方法を開発した。文献（6）は、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ、バンドパスフィルタ効果のある実空間線形デジタルフィルタの設計方法を紹介した。文献（7）は、一般的な画像処理手法について紹介している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】撮像装置は固有の特性を持っているため、別の撮像装置で撮像した画像はそれぞれ画質が異なる。一方、指掌紋照合装置は、本来入力される画像の画質に合わせた画像処理アルゴリズムを持っている。このため、ある指掌紋照合装置に入力する画像を本来の指掌紋画像入力装置以外の指掌紋画像入力装置から得たとしても、画質の違いから画像処理アルゴリズムが適合せず、処理結果に不具合を生じる問題点がある。また、画像同士を目視により比較する場合でも、それら画像を得た撮像装置に起因する画質の差があると、正確な比較を行い難い問題点がある。そこで、本発明の

目的は、撮像装置に固有の特性を吸収する補正処理を行って所望の画質の画像を得られるようにした画像処理方法、画像処理装置および指掌紋画像入力装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】第1の観点では、本発明は、実空間のエッジを撮像装置で撮影して得たエッジプロファイルから撮像系の振幅伝達関数または点広がり関数の少なくとも一方（これを撮像系関数と表記する）を推定し、その撮像系関数を基にしたフィルタを生成し、前記撮像装置で撮影して得た撮影画像を前記フィルタを用いて補正処理することを特徴とする画像処理方法を提供する。上記第1の観点の画像処理方法では、撮像装置の撮像系関数を実測し、その撮像系関数を基に生成したフィルタを用いて、前記撮像装置で得た撮影画像を補正する。このため、撮像装置に固有の特性を吸収でき、所望の画質の画像を得ることが出来る。

【0007】第2の観点では、本発明は、実空間のエッジを撮像装置で撮影して得たエッジプロファイルから撮像系の振幅伝達関数または点広がり関数の少なくとも一方（これを撮像系関数と表記する）を推定する撮像系関数推定手段と、前記撮像系関数を基にしたフィルタを生成するフィルタ生成手段と、前記撮像装置で撮影して得た撮影画像を前記フィルタを用いて補正処理する撮影画像補正手段とを具備したことを特徴とする画像処理装置を提供する。上記第2の観点の画像処理装置では、上記第1の観点の画像処理方法を好適に実施でき、撮像装置に固有の特性を吸収し、所望の画質の画像を得ることが出来る。

【0008】第3の観点では、本発明は、指紋または掌紋の少なくとも一方（これを指掌紋と表記する）を撮像する撮像装置を備えた指掌紋画像入力装置であって、前記撮像装置でエッジを撮影して得たエッジプロファイルから撮像系の振幅伝達関数または点広がり関数の少なくとも一方（これを撮像系関数と表記する）を推定する撮像系関数推定手段と、撮像系関数を画面に表示する撮像系関数表示手段と、前記撮像系関数を基にしたフィルタを生成するフィルタ生成手段と、前記撮像装置で撮影して得た指掌紋画像を前記フィルタを用いて補正処理する撮影画像補正手段とを具備したことを特徴とする指掌紋画像入力装置を提供する。上記第3の観点の指掌紋画像入力装置では、エッジを撮影して撮像装置の撮像系関数を実測し、その撮像系関数を表示する。そこで、操作者は、表示された撮像系関数を基にフィルタのパラメータを設定する。すると、前記撮像系関数と前記パラメータとを基にフィルタを生成する。そして、そのフィルタを用いて、前記撮像装置で得た指掌紋画像を補正する。このため、撮像装置に固有の特性を吸収でき、所望の画質の画像（＝指掌紋画像入力装置の出力画像＝指掌紋照合装置に入力する画像）を得ることが出来る。

【0009】第4の観点では、本発明は、上記構成の指掌紋画像入力装置において、所望の画質の有効計算領域を指定する有効計算領域指定手段を具備し、前記フィルタ生成手段は、前記点広がり関数の前記有効計算領域外の値を小さくする鮮鋭化フィルタを生成することを特徴とする指掌紋画像入力装置を提供する。上記第4の観点の指掌紋画像入力装置では、操作者は、フィルタのパラメータとして有効計算領域を指定する。これにより、鮮鋭化フィルタを生成できる。

【0010】第5の観点では、本発明は、上記構成の指掌紋画像入力装置において、前記撮像装置でエッジを撮影して得たエッジ画像を画面に表示するエッジ画像表示手段と、表示したエッジ画像上でエッジ部分を指定するエッジ部分指定手段とを具備し、前記撮像系関数推定手段は、指定されたエッジ部分のエッジプロファイルから撮像系関数を推定することを特徴とする指掌紋画像入力装置を提供する。上記第5の観点の指掌紋画像入力装置では、操作者が、エッジ画像中からノイズの少ないエッジ部分を選んで指定すれば、ノイズの影響を排除して撮像系関数を推定できる。

【0011】第6の観点では、本発明は、上記構成の指掌紋画像入力装置において、理想エッジと前記点広がり関数とを用いたエッジプロファイルシミュレーションによりエッジプロファイルを作成するエッジプロファイルシミュレーション手段を具備したことを特徴とする指掌紋画像入力装置を提供する。上記第6の観点の指掌紋画像入力装置では、撮像装置でエッジを撮影して点広がり関数を得ておけば、その点広がり関数を用いて理想エッジからエッジプロファイルを作成できる。そこで、エッジプロファイルに対して補正処理を実行して補正効果を検証することを繰り返す際に、撮像装置でエッジを撮影してエッジプロファイルを得る必要がなくなり、時間と労力を節減できる。また、撮像装置でエッジを撮影してエッジプロファイルを得る場合に比べて再現性を向上できる。

【0012】第7の観点では、本発明は、上記構成の指掌紋画像入力装置において、空間周波数領域でフィルタ特性を設計するフィルタ特性設計手段を具備し、前記フィルタ生成手段は、前記空間周波数領域で設計されたフィルタ特性に基づいて実空間のフィルタを生成することを特徴とする指掌紋画像入力装置を提供する。上記第7の観点の指掌紋画像入力装置では、操作者は、フィルタのパラメータとして空間周波数領域でのフィルタ特性を設定する。これにより、ローパスフィルタを容易に生成できる。

【0013】第8の観点では、本発明は、上記構成の指掌紋画像入力装置において、前記フィルタ生成手段により予め生成した複数のフィルタを格納するフィルタ格納手段と、それら複数のフィルタを鮮鋭化度の順に並べて操作者に提示し選択させるフィルタ選択手段とを具備

し、前記入力画像補正手段は、前記選択されたフィルタを用いて補正処理を行うことを特徴とする指掌紋画像入力装置を提供する。上記第8の観点の指掌紋画像入力装置では、フィルタを変えて補正処理を実行して補正効果を検証することを繰り返す際に、鮮鋭化度の順に並べた中からフィルタを選択できるので、所望のフィルタに到達しやすくなる。

【0014】第9の観点では、本発明は、上記構成の指掌紋画像入力装置において、ネットワークを介して指掌紋画像を受信する指掌紋画像受信手段と、前記補正処理した指掌紋画像と前記受信した指掌紋画像とを並べて表示する比較画面表示手段とを具備したことを特徴とする指掌紋画像入力装置を提供する。上記第9の観点の指掌紋画像入力装置では、ネットワークを介して受信した指掌紋画像と補正処理した指掌紋画像とを並べて表示するので、ネットワークを介して受信した指掌紋画像の画質に容易に合わせることが出来る。よって、例えば、ローカル局で採取した指掌紋を、ネットワークを介して指掌紋センターから取り寄せた指掌紋データと照合する際に、画質の違いによる誤判断を回避できるようになる。

【0015】第10の観点では、本発明は、上記構成の指掌紋画像入力装置において、前記撮像装置で撮影して得た指掌紋画像を画面に表示し操作者に局所領域を指定させる局所領域指定手段を具備し、前記撮像画像補正手段は、前記指定された局所領域のみにについて補正処理を行うと共にその補正処理した局所領域の画像を画面に表示することを特徴とする指掌紋画像入力装置を提供する。上記第10の観点の指掌紋画像入力装置では、操作者が指定した局所領域のみに補正処理を施すため、処理時間を短縮することが出来る。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

【0017】(1) 指掌紋画像入力装置の構成

図1に、本発明の一実施形態の指掌紋画像入力装置の構成を示す。レンズ、ミラー、プリズムなどで構成された集光装置102は、撮像面101上に置かれた実体の光学像を、縦方向および横方向にそれぞれ等間隔に配置された複数の光電素子(例えばCCD)からなる検知装置103の受像面に結像させる。検知装置103の出力信号は、各光電素子の出力を増幅するアナログ回路104で増幅され、A/D変換回路105でデジタル値に変換される。これにより得られた中間デジタル画像106は、画像メモリ107に格納される。

【0018】処理装置110は、可搬型記憶媒体108から処理手続きメモリ109に画像補正手続きを読み込み、その画像補正手続きに従って、画像メモリ107に格納された中間デジタル画像106を画像処理し、得られた出力デジタル画像113を画像メモリ107に格納

し、出力する。また、処理装置110は、中間デジタル画像106および出力デジタル画像113をディスプレイ111に表示する。また、処理装置110は、ポインティングデバイス112で指定されたディスプレイ111上の点の入力を受け付ける。

【0019】(2) 指掌紋画像入力装置の処理の概要図2に、指掌紋画像入力装置100の処理の概要を示す。

ステップ202：集光装置102により撮像面101上の実体の光学像を検知装置103の受像面に結像させる。

ステップ203：検知装置103の各光電素子で入射光量をサンプリング処理する。

ステップ204：検知装置103の各光電素子の出力をアナログ回路104で増幅する。

ステップ205：アナログ回路104の出力をA/D変換回路105で量子化処理し、中間デジタル画像106を得る。

ステップ207：処理装置110により中間デジタル画像106をデジタル画像補正処理し、出力デジタル画像113を得る。

【0020】(3) 振幅伝達関数MTFおよび点広がり関数PSFの推定

振幅伝達関数MTFおよび点広がり関数PSFは、前記文献(1)の方法により推定する。撮像面101上の実体をエッジとし、そのエッジと直交する方向(x方向とする)の実体エッジプロファイルを $f(x)$ とし、画像エッジプロファイルを $f'(x)$ とし、撮像系の点広がり関数PSFを $t(x)$ とすると、(数1)式が成立する。

【数4】

$$\begin{aligned} h(x)f'(x) &= h(x) \int f(x)t(w-x)dw \\ &= \int h(x)f(x)t(w-x)dw \\ &= \{h(x)f(x)\} * t(x) \end{aligned}$$

【0024】ここで、 $g(x)=h(x)f(x)$ 、 $g'(x)=h(x)f'(x)$ とし、 $g(x)$ 、 $g'(x)$ のフーリエ変換をそれぞれ $G(u)$ 、 $G'(u)$ とすれば、(数5)式が得られる。

(数5)

【数5】

$$G'(u) = G(u)T(u)$$

【0025】振幅伝達関数MTF(u)は、(数6)式で表せる。この(数6)式により撮像系の振幅伝達関数MTF(u)を推定できる。

(数1)

【数1】

$$f'(x) = \int f(x)t(w-x)dw$$

【0021】実体エッジプロファイル $f(x)$ と画像エッジプロファイル $f'(x)$ と点広がり関数 $t(x)$ のフーリエ変換をそれぞれ $F(u)$ 、 $F'(u)$ 、 $T(u)$ とすれば、(数2)式が成立する。

(数2)

【数2】

$$F'(u) = F(u)T(u)$$

【0022】振幅伝達関数MTF(u)は、(数3)式で表せる。

(数3)

【数3】

$$MTF(u) = |F'(u)/F(u)|$$

【0023】(数3)式の分母の $F(u)$ は、値0を周期的に持つため、計算に不都合である。そこで、(数1)式の両辺にハニングウィンドウ(Hanning Window) $h(x)$ を乗じ、(数4)式とする。なお、*は畳み込み演算を表す。

(数4)

(数6)

【数6】

$$MTF(u) = |G'(u)/G(u)|$$

【0026】なお、ハニングウィンドウ $h(x)$ は、エッジプロファイルの定義域を1とすると、(数7)式で表せる。図3に、ハニングウィンドウ $h(x)$ の形状を示す。

(数7)

【数7】

$$h(x) = \begin{cases} 0.5 - 0.5 \cos(2\pi x / L) & 0 \leq x \leq L \\ 0 & x < 0, x > L \end{cases}$$

【0027】(数3)式または(数6)式をみると、デルタ関数の点広がり関数によりサンプリングされたエッジプロファイル(分母)により、撮像系均一の点広がり関数PSFによりサンプリングされたエッジプロファイル(分子)を割り算した結果が振幅伝達関数MTF(u)となっている。このため、サンプリング間隔による周波数特性は排除され、振幅伝達関数MTF(u)を推定できる。そして、振幅伝達関数MTF(u)をフーリエ逆変換することで、撮像系の点広がり関数PSF(x)を推定できる。

【0028】図4に、上記点広がり関数PSFの推定方法の手順を示す。

ステップ403: ハニングウィンドウh(x)を実体エッジプロファイルf(x)に掛けて、h(x)f(x)を得る。

ステップ404: ハニングウィンドウh(x)を画像エッジプロファイルf'(x)に掛けて、h(x)f'(x)を得る。

ステップ405: h(x)f(x)をフーリエ変換して、G(u)を得る。

ステップ406: h(x)f'(x)をフーリエ変換して、G'(u)を得る。

ステップ407: |G'(u)/G(u)|により振幅伝達関数MTF(u)を推定する。

ステップ409: 推定した振幅伝達関数MTF(u)をフーリエ逆変換して、点広がり関数PSF(x)を求める。

【0029】(4) 鮮鋭化フィルタの生成

鮮鋭化フィルタは、前記文献(5)の方法により生成する。撮像面101上の実体をo(x)、撮像系の点広がり関数PSFをb(x)、雑音をn(x)、画像をg(x)で表すとき、(数8)式が成立する。なお、図5に、撮像系の点広がり関数b(x)を示す。

(数8)

【数8】

$$g(x) = f(x) * b(x) + n(x)$$

【0030】(2n+1)個のフィルタ係数p_iからなるフィルタp(x)は、フィルタ係数の間隔をx_iで示すとき、(数9)式で表現できる。なお、δはデルタ関数を表す。

【数13】

$$E \left\{ \left[n(t) * \sum_{i=-n}^n p_i \delta(x - x_i) \right]^2 \right\} \leq \sigma^2$$

【0035】また、(数14)式の制約がある。なお、

(数9)

【数9】

$$p(x) = \sum_{i=-n}^n p_i \delta(x - x_i)$$

【0031】撮像系の点広がり関数b(x)にフィルタp(x)を作用させた結果の複合点広がり関数PSFをc(x)とすると、(数10)式が成立する。

(数10)

【数10】

$$c(x) = b(x) * p(x)$$

【0032】鮮鋭化フィルタを生成することは、図5に示すように、ウィンドウ幅Xを設定し、このウィンドウ幅Xより外側の領域503でのエネルギーが最小になるフィルタp(x)を生成することである。そこで、まず、ウィンドウ幅Xを規定するウィンドウ関数ω(x)を(数11)式で定義する。

(数11)

【数11】

$$\omega(x) = \begin{cases} 0 & |x| < X/2 \\ 1 & \text{other} \end{cases}$$

【0033】上記の最小化問題は(数12)式で表される。

(数12)

【数12】

$$R^2 = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \omega(x) c^2(x) dx}{\int_{-\infty}^{\infty} c^2(x) dx}$$

【0034】ここで、(数13)式の雑音の制約がある。なお、Eは期待値演算子、n(t)はノイズ関数、σは標準偏差である。

(数13)

【0035】また、(数14)式の制約がある。なお、Pはフィルタ係数p_iを要素とする行ベクトル、Bは

(数16) 式で定義される要素を持つ行列、Nは雑音n(x)の相関行列である。

(数14)

【数14】

$$\mathbf{P}^T \mathbf{B} \mathbf{P} = \mathbf{I}$$

$$\mathbf{P}^T \mathbf{N} \mathbf{P} = \sigma^2$$

【0036】(数13) 式の雑音の制約と(数14) 式の制約の下に、上記最小化問題を整理すると、(数15) 式が得られる。なお、Aは(数16) 式で定義される要素を持つ行列である。

(数15)

【数15】

$$\mathbf{R}^2 = \mathbf{P}^T \mathbf{A} \mathbf{P}$$

【0037】行列A、Bの要素 a_{ij} 、 b_{ij} は(数16) 式で定義される。

(数16)

【数16】

$$\left. \begin{aligned} a_{ij} &= \int_{-n}^n \omega(x) b(x-x_i) b(x-x_j) dx \\ b_{ij} &= \int_{-n}^n b(x-x_i) b(x-x_j) dx \end{aligned} \right\} (i, j = -n, \dots, 0, \dots, n)$$

【0038】さらに、このような最小化問題は、(数17) 式の汎関数最小化問題に帰することができる。

(数17)

【数17】

$$F = \mathbf{P}^T \mathbf{A} \mathbf{P} - \lambda_1 (\mathbf{P}^T \mathbf{B} \mathbf{P} - \mathbf{I}) + \lambda_2 (\mathbf{P}^T \mathbf{N} \mathbf{P} - \sigma^2)$$

λ_1, λ_2 : Lagrange係数

【0039】最終的には、次の一般固有値問題を解くことで、フィルタ係数 p_i を求めることが出来る。すなわち、撮像系の点広がり関数 $b(x)$ を狭くする鮮鋭化フィルタ $p(x)$ を求めることが出来る。

(数18)

【数18】

$$(\mathbf{A} + \lambda_2 \mathbf{N}) \mathbf{P} = \lambda_1 \mathbf{B} \mathbf{P}$$

【0040】(5) ローパスフィルタの生成
ローパスフィルタは、前記文献(6)の方法により生成する。図6に示すように、空間周波数領域でウェイトを定義することでフィルタ特性601を設計する。次に、フィルタ特性601に対し、ガウス関数の近似関数を生成する。次に、この近似関数をフーリエ逆変換することで、実空間のローパスフィルタを生成する。

【0041】(6) 指掌紋画像入力装置の詳細
図7に、指掌紋画像入力装置100の構成の外観を示す。この指掌紋画像入力装置100は、画像読取装置

01と、処理装置110と、ディスプレイ111と、ポインティングデバイス112とを具備している。前記処理装置110は、可搬型記憶媒体108に記憶された画像補正手続きを読み込んだり、可搬型記憶媒体108に画像や画面データ(ディスプレイ111に表示されたデータ)を書き込むことが可能である。また、処理装置110は、ローカルエリアネットワーク2002に接続している。

【0042】図8に、点広がり関数PSFを推定するためのエッジを描いたテストパターンを示す。このテストパターンは、白地701の背景に、黒で塗りつぶした複数の正方形702を十字に配したパターンである。

【0043】画像読取装置801は、その撮像面101にセットされた図8のテストパターンを読み取り、テストパターンの中間デジタル画像106を処理装置110に送る。処理装置110は、テストパターンの中間デジタル画像106を受け取り、ディスプレイ111に表示する。

【0044】図9に示すように、テストパターンがディスプレイ111に表示されたら、操作者は、表示されたテストパターン904中のノイズの少ないエッジ部分903をポインティングデバイス112により指定する。

【0045】図10に示すように、処理装置110は、エッジ部分903が指定されると、プロファイル獲得ダイアログウィンドウ1001を作成し、表示する。このプロファイル獲得ダイアログウィンドウ1001上には、プロファイル方向設定トグルスイッチ1002と、プロファイル画素数設定テキストボックス1003と、プロファイル実行ボタン1004と、キャンセルボタン1005とがある。

【0046】操作者は、前記プロファイル方向設定トグルスイッチ1002により、画面の横方向にエッジプロファイルを取るか、縦方向にエッジプロファイルを取るかを、指定できる。また、前記プロファイル画素数設定テキストボックス1003により、何画素分のエッジプロファイルを取るかを指定できる。操作者が前記プロファイル実行ボタン1004をクリックすると、処理装置110は、プロファイル処理を実行し、プロファイルダイアログウィンドウ(図11の1101)を表示する。また、操作者が前記キャンセルボタン1005をクリックすると、処理装置はプロファイル獲得ダイアログウィンドウ1001を消去する。

【0047】図11に、前記プロファイル実行ボタン1004(図10)により表示するプロファイルダイアログウィンドウ1101を示す。このプロファイルダイアログウィンドウ1101上には、エッジプロファイルを表示したエッジプロファイルグラフ1102と、データ保存ボタン1103と、フィルタ実行ボタン1104と、MTF&PSF推定実行ボタン1105とがある。

【0048】操作者が前記データ保存ボタン1103を

10

20

30

40

50

クリックすると、処理装置110は、プロファイルグラフ1102のデータをその属性も含めて可搬型記憶媒体108等に保存する。また、操作者がフィルタ実行ボタン1104をクリックすると、処理装置110は、フィルタ保存実行ダイアログウィンドウ（図16の1601）をポップアップ表示する。また、操作者が前記MTF&PSF推定実行ボタン1105をクリックすると、処理装置110は、MTF&PSF推定ダイアログウィンドウ（図12の1201）をポップアップ表示する。

【0049】図12に、前記MTF&PSF推定実行ボタン1105（図11）によりポップアップ表示するMTF&PSF推定ダイアログウィンドウ1201を示す。このMTF&PSF推定ダイアログウィンドウ1201上には、補間数設定テキストボックス1202と、MTF&PSF推定実行ボタン1203と、キャンセルボタン1204とがある。

【0050】操作者は、前記補間数設定テキストボックス1202により、エッジプロファイルの画素間の補間点数を設定できる。操作者が前記MTF&PSF推定実行ボタン1203をクリックすると、処理装置110は、プロファイルグラフ1102（図11）のエッジプロファイルからディテクタ数、エッジ位置、エッジ値（大、小）を検出し、理想エッジを作成し、その理想エッジと点広がり関数PSFとしてのデルタ関数とを用いて（数1）式に従ってシミュレーションし、エッジプロファイルを作成し、それを（数6）式の分母とし、また、プロファイルグラフ1102（図11）のエッジプロファイルを（数6）式の分子として、振幅伝達関数MTFを推定する。さらに、その振幅伝達関数MTFをフーリエ逆変換することで点広がり関数PSFを推定する。そして、MTFダイアログウィンドウ（図13の1301）およびPSFダイアログウィンドウ1401（図14の1401）を表示する。

【0051】また、操作者が前記キャンセルボタン1204をクリックすると、処理装置110は、MTF&PSF推定ダイアログウィンドウ1201を消去する。

【0052】図13に、前記MTF&PSF推定実行ボタン1203（図12）により表示するMTFダイアログウィンドウ1301を示す。このMTFダイアログウィンドウ1301上には、推定した振幅伝達関数MTFを表示したMTFグラフ1302と、データ保存ボタン1303とがある。操作者が前記データ保存ボタン1303をクリックすると、処理装置110は、MTFグラフ1302のデータを可搬型記憶媒体108等に保存する。

【0053】図14に、前記MTF&PSF推定実行ボタン1203（図12）により表示するPSFダイアログウィンドウ1401を示す。このPSFダイアログウィンドウ1401上には、点広がり関数PSFを表示したPSFグラフ1402と、データ保存ボタン1403

と、フィルタ設計実行ボタン1404と、エッジプロファイル作成実行ボタン1405とがある。

【0054】操作者が前記データ保存ボタン1403をクリックすると、処理装置110は、PSFグラフ1402のデータを可搬型記憶媒体108等に保存する。また、操作者が前記フィルタ設計実行ボタン1404をクリックすると、処理装置110は、フィルタ設計ダイアログウィンドウ（図15の1501）をポップアップ表示する。また、操作者が前記エッジプロファイル作成実行ボタン1405をクリックすると、処理装置110は、エッジプロファイルシミュレーションダイアログウィンドウ（図18の1801）をポップアップ表示する。

【0055】図15に、前記フィルタ設計実行ボタン1404（図14）により表示するフィルタ設計ダイアログウィンドウ1501を示す。このフィルタ設計ダイアログウィンドウ1501上には、鮮鋭化フィルタ設計チェックボタン1502と、ウィンドウサイズ設定テキストボックス1503と、フィルタサイズ設定テキストボックス1504と、ローパスフィルタ設計チェックボタン1505と、ローパスフィルタ設計フィールド1506と、フィルタ生成実行ボタン1506と、キャンセルボタン1510とがある。

【0056】操作者は、前記鮮鋭化フィルタ設計チェックボタン1502により、鮮鋭化フィルタを設計するか否かを設定できる。また、前記ウィンドウサイズ設定テキストボックス1503により、鮮鋭化フィルタ設計パラメータの一つであるウィンドウサイズを設定できる。また、前記フィルタサイズ設定テキストボックス1504により、鮮鋭化フィルタ設計パラメータの他の一つであるフィルタサイズを設定できる。また、操作者は、前記ローパスフィルタ設計チェックボタン1505により、ローパスフィルタを設計するか否かを設定できる。また、操作者は、前記ローパスフィルタ設計フィールド1506に区分線形関数の通過端1507および遮断端1508をポインティングデバイス112で定義することにより、ローパスフィルタのフィルタ特性を設計できる。なお、前記鮮鋭化フィルタ設計チェックボタン1502と前記ローパスフィルタ設計チェックボタン1505とは、いずれか一方をチェックすると、他方はチェックが外れるようになっている。

【0057】また、操作者が前記フィルタ生成実行ボタン1509をクリックすると、処理装置110は、フィルタを生成し、フィルタ保存実行ダイアログ（図16の1601）をポップアップ表示する。また、操作者が前記キャンセルボタン1510をクリックすると、処理装置110は、フィルタ設計ダイアログウィンドウ1501を消去する。

【0058】図16に、前記フィルタ実行ボタン1104（図11）または前記フィルタ生成実行ボタン150

9 (図15)により表示するフィルタ保存実行ダイアログウィンドウ1601を示す。フィルタ保存実行ダイアログウィンドウ1601上には、フィルタ名指定・設定テキストボックス1602と、コメントテキストボックス1603と、フィルター一覧リストボックス1604と、スライダ1605と、フィルタ保存ボタン1607と、フィルタリング実行ボタン1608と、キャンセルボタン1609とがある。

【0059】前記フィルタ名指定・設定テキストボックス1602には、このフィルタ保存実行ダイアログウィンドウ1601が前記フィルタ実行ボタン1104 (図11)によりポップアップされた場合は、予め生成して保存している複数のフィルタ中の実行したいフィルタのフィルタ名を操作者が入力する。一方、このフィルタ保存実行ダイアログウィンドウ1601が前記フィルタ生成実行ボタン1509 (図15)によりポップアップされた場合は、生成したフィルタのフィルタ名を操作者が入力する。前記コメントテキストボックス1603には、前記フィルタ名指定・設定テキストボックス1602で指定したフィルタのコメントを表示する。操作者は、そのコメントを編集することが出来る。前記フィルター一覧リストボックス1604には、予め生成して保存している複数のフィルタのフィルタ名とコメントを一覧表示する。操作者は、スライダ1605により、一覧表示をスクロールできる。また、任意の行をポインティングデバイス112でシングルクリックすると、該フィルタを指定できる。また、ダブルクリックすると、該フィルタについてのフィルタ情報確認ダイアログウィンドウ (図17の1701)をポップアップ表示させられる。

【0060】前記フィルタ保存ボタン1607は、このフィルタ保存実行ダイアログウィンドウ1601が前記フィルタ生成実行ボタン1509 (図15)によりポップアップされた場合のみ有効である。操作者が前記フィルタ保存ボタン1607をクリックすると、処理装置110は、生成したフィルタを、前記フィルタ名指定・設定テキストボックス1602に入力されたフィルタ名で、前記コメントテキストボックス1603に入力したコメントを付けて、保存する。

【0061】操作者が前記フィルタリング実行ボタン1608をクリックすると、処理装置110は、このフィルタ保存実行ダイアログウィンドウ1601が前記フィルタ実行ボタン1104 (図11)によりポップアップ表示された場合は、前記プロファイルダイアログウィンドウ1101 (図11)のエッジプロファイルに対し、前記フィルタ名指定・設定テキストボックス1602で指定したフィルタを実行する。一方、このフィルタ保存実行ダイアログウィンドウ1601が前記フィルタ生成実行ボタン1509 (図15)によりポップアップ表示された場合は、フィルタ設計ダイアログウィンドウ1501 (図15)をポップアップしたPSFダイアログウ

ィンドウ1401 (図14)の点広がり関数PSFを推定したエッジプロファイルに対し、前記フィルタ名指定・設定テキストボックス1602で指定したフィルタを実行する。そして、新たにプロファイルダイアログウィンドウ1101 (図11)を生成し、フィルタ実行結果のエッジプロファイルを表示する。

【0062】また、操作者が前記キャンセルボタン1609をクリックすると、処理装置110は、フィルタ保存実行ダイアログウィンドウ1601を消去する。

【0063】図17に、フィルター一覧リストボックス1604 (図16)の任意の行をポインティングデバイス112でダブルクリックしたときに表示するフィルタ情報確認ダイアログウィンドウ1701を示す。フィルタ情報確認ダイアログウィンドウ1701上には、フィルタ名表示テキストボックス1702と、フィルタウェイト表示ウィンドウ1703と、キャンセルボタン1705とがある。前記フィルタ名表示テキストボックス1702には、フィルター一覧リストボックス1604 (図16)でダブルクリックした行のファイル名を表示する。

また、前記フィルタウェイト表示ウィンドウ1703には、前記フィルタ名表示テキストボックス1702に表示したフィルタの画素位置とウェイトとを一覧表示する。操作者は、スライダ1704により、一覧表示をスクロールできる。また、操作者が前記キャンセルボタン1705をクリックすると、処理装置110は、フィルタ情報確認ダイアログウィンドウ1701を消去する。

【0064】図18に、前記エッジプロファイル作成実行ボタン1405 (図14)により表示するエッジプロファイルシミュレーションダイアログウィンドウ1801を示す。エッジプロファイルシミュレーションダイアログウィンドウ1801上には、ディテクタ数設定テキストボックス1802と、エッジ位置設定テキストボックス1803と、エッジ値設定テキストボックス1804と、エッジプロファイル作成実行ボタン1805と、キャンセルボタン1806とがある。

【0065】操作者は、前記ディテクタ数設定テキストボックス1802に、理想エッジを検知する光電素子の数を自然数で設定する。また、前記エッジ位置設定テキストボックス1803に、前記ディテクタ数設定テキストボックス1802で設定した数の光電素子を一列に並べたときに、どの位置に理想エッジを置かかを実数で設定する。また、前記エッジ値設定テキストボックス1804に、エッジの大値および小値をそれぞれ整数で設定する。

【0066】操作者が前記エッジプロファイル作成実行ボタン1805をクリックすると、処理装置110は、このエッジプロファイルシミュレーションダイアログウィンドウ1801で設定した理想エッジとこのエッジプロファイルシミュレーションダイアログウィンドウ1801をポップアップしたPSFダイアログウィンドウ1

401 (図14)の点広がり関数PSFとを用いて(数1)式に従ってシミュレーションし、エッジプロファイルを作成し、新たにプロファイルダイアログウィンドウ(図11の1101)を生成し、作成したエッジプロファイルを表示する。

【0067】また、操作者が前記キャンセルボタン1806をクリックすると、処理装置110は、エッジプロファイルシミュレーションダイアログウィンドウ1801を消去する。

【0068】(7)エッジ部分の自動抽出

【数19】

$$\Delta_x f(i, j) \equiv f(i+1, j) - f(i-1, j)$$

$$\Delta_y f(i, j) \equiv f(i, j+1) - f(i, j-1)$$

【0069】ステップ1903：差分処理の結果に対し、ある距離Dの範囲において正負の異なる近似値の値を出力している点をノイズとして除くノイズ削除処理を実行する。

ステップ1904：ノイズ削除処理の結果に対し、さらに差分処理1904を実行し、ラプラシアンを求める。

ステップ1905：ゼロクロス点をエッジとして抽出する。

ステップ1906：おのおのの方向で求めた複数のエッジに対し、それぞれエッジプロファイルを求め、それぞれ振幅伝達関数MTFを推定し、フーリエ逆変換して、それぞれ点広がり関数PSFを求める。

ステップ1907：求めた点広がり関数PSFのうち、半値幅が最も狭く、中心から単調減少の点広がり関数PSFを選択し、推定結果とする。あるいは、求めた点広がり関数PSFを平均化した点広がり関数PSFを求めて、それを推定結果とする。

【0070】(8)画質補正

図20に、ネットワークに接続された指掌紋画像入力装置および指掌紋照合装置を示す。指掌紋照合装置2001は、自己に直接接続された画像読取装置2011からの入力画像の画質に合わせた画像処理アルゴリズムを用いて、画像読取装置2011からの入力画像とデータベースDBに格納されている指掌紋情報との照合を行っている。

【0071】上記の指掌紋照合装置2001で、ローカルエリアネットワーク2002に接続された指掌紋画像入力装置100からの入力画像を利用する場合、指掌紋画像入力装置100は、自己に直接接続された画像読取装置801で撮影した指掌紋画像を、指掌紋照合装置2001に直接接続された画像読取装置2011の画質に合わせた画質に補正して、指掌紋照合装置2001に送る。これにより、指掌紋照合装置2001は、元の画像処理アルゴリズムを実質的にそのまま適用可能となる。

図9では、エッジ部分を操作者が指定したが、自動的に抽出することも可能である。図19に、エッジ部分を自動抽出し、振幅伝達関数MTFおよび点広がり関数PSFを推定する手順を示す。

ステップ1902：テストパターンの画像(図9)に対し、x方向、y方向に(数19)式の差分処理を実行する。この(数19)式の差分処理は、前記文献(7)に開示の一般的なエッジ抽出方法のうちの一つである。

(数19)

すなわち、画像処理アルゴリズムのチューニングが不要になるか、又は、少しのチューニングで済むようになる。

【0072】指掌紋画像入力装置100で画質補正を行うとき、操作者は、比較ウィンドウ(図21の2301)を表示させる。図21に、比較ウィンドウ2301を示す。この比較ウィンドウ2301上には、処理装置110に直接接続された画像読取装置801の画像を表示する内部画像表示領域2302と、ネットワーク2002を介して受信した画像を表示する外部画像表示領域2303と、画質コントローラ呼び出しボタン2304と、比較ウィンドウ消去ボタン2305とがある。

【0073】前記内部画像表示領域2302上には、ファイルボタン2321と、拡大表示領域2322と、全体像表示領域2323とがある。前記全体像表示領域2323内の矩形領域2324は、前記拡大表示領域2322で表示している局所領域を表している。ポインティングデバイス112のドラッグ&ドロップ操作により、矩形領域2324を移動し、前記拡大表示領域2322で拡大表示する局所領域を指定することが出来る。また、スライダ2325を操作することによっても、拡大表示する局所領域を指定することが出来る。矩形領域2324の位置とスライダ2325のポジションは連動している。

【0074】操作者は、ファイルボタン2321により、ファイルメニュー(図示省略)をプルダウン表示させ、処理装置110に直接接続した画像読取装置801による指掌紋画像の読み込み又は画質補正処理結果画像の保存のいずれかを行うことが出来る。

【0075】外部画像表示領域2304上には、ファイルボタン2331と、拡大表示領域2332と、全体像表示領域2333とがある。前記全体像表示領域2333内の矩形領域2334は、前記拡大表示領域2332で表示している領域を表している。ポインティングデバ

イス112のドラッグ&ドロップ操作により、矩形領域2334を移動し、前記拡大表示領域2332に拡大表示する領域を変更することが出来る。また、スライダ2335を操作することにより、拡大表示する領域を変更することが出来る。矩形領域2334の位置とスライダ2335のポジションは連動している。

【0076】操作者は、ファイルボタン2331により、ファイルメニュー（図示省略）をプルダウン表示させ、指掌紋照合装置2001に直接接続された画像読取装置2011で撮影した指掌紋画像をローカルエリアネットワーク2002を介して受信すること又は該画像の保存のいずれかを行うことが出来る。

【0077】操作者がコントローラ呼び出しボタン2304をクリックすると、処理装置110は、画質コントローラウィンドウ（図22の2101）をポップアップ表示する。

【0078】図22に、比較ウィンドウ（図21の2301）の画質コントローラ呼び出しボタン（図21の2304）をクリックした時に表示する画質コントローラウィンドウ2101の第1例を示す。この画質コントローラウィンドウ2101上には、フィルタ方向操作領域2106と、フィルタサイズ操作領域2102と、ウィンドウサイズ操作領域2103と、フィルタ情報参照ボタン2104と、閉じるボタン2105とがある。

【0079】前記フィルタ方向操作領域2106には、フィルタ方向を設定するテキストボックス2107がある。。前記フィルタサイズ操作領域2102には、フィルタサイズをポインティングデバイス112で設定するためのスライダ2121と、フィルタサイズをキーボードで設定するためのテキストボックス2122とがある。前記ウィンドウサイズ操作領域2103には、ウィンドウサイズをポインティングデバイス112で設定するためのスライダ2131と、ウィンドウサイズをキーボードで設定するためのテキストボックス2132とがある。

【0080】操作者が前記フィルタ情報参照ボタン2104をクリックすると、処理装置110は、フィルタ情報確認ダイヤログウィンドウ1701（図17）をポップアップ表示し、設定したパラメータに相当するフィルタ情報を表示する。

【0081】また、操作者が前記閉じるボタン2105をクリックすると、処理装置110は、画質コントローラウィンドウ2101を消去し、比較ウィンドウ（図21の2301）に戻る。

【0082】図23は、処理装置110が画質コントローラウィンドウ2101を表示しながら実行する処理手順である。

ステップ2201：処理装置110に接続された画像読取装置801の点広がり関数PSF（予め推定されている）を読み込む。

ステップ2202：画質コントローラウィンドウ2101でフィルタ方向、フィルタサイズ、ウィンドウサイズが変更されるのを待ち、変更されたらステップ2203に進む。

ステップ2203：画質コントローラウィンドウ2101に設定されたフィルタ方向、フィルタサイズ、ウィンドウサイズに合致するパラメータを持つフィルタを検索する。

ステップ2204：前記ステップ2203の検索の結果、該当するフィルタがなければステップ2205へ進み、あればステップ2206へ進む。

ステップ2205：前記ステップ2201で読み込んだ点広がり関数PSFと画質コントローラウィンドウ2101に表示されたフィルタ方向、フィルタサイズ、ウィンドウサイズに従ってフィルタを生成する。

ステップ2206：前記ステップ2203で検索して得られたフィルタまたは前記ステップ2205で生成したフィルタにより、処理装置110に直接接続された画像読取装置801で撮影した指掌紋画像をフィルタリング処理する。その際、フィルタリング処理は、矩形領域2324で指定された局所領域のみに対し実行し、リアルタイム性を確保する。但し、画質補正処理結果画像の保存の際には、画像全体に対しフィルタ処理を実行した後、保存する。

ステップ2207：フィルタリング処理した結果の画像を比較ウィンドウ（図23の2301）に表示可能な状態にする。そして、前記ステップ2202に戻る。

【0083】図24に、比較ウィンドウ（図21の2301）の画質コントローラ呼び出しボタン（図21の2304）をクリックした時に表示する画質コントローラウィンドウ2401の第2例を示す。この画質コントローラウィンドウ2401上には、フィルタ方向操作領域2406と、フィルタ選択領域2402と、フィルタ情報参照ボタン2404と、閉じるボタン2405とがある。フィルタ選択領域2402には、鮮鋭度を指定するスライダ2411と、そのスライダで指定されたフィルタ名を表示するテキストボックス2412とがある。前記フィルタ方向操作領域2406には、フィルタ方向を設定するテキストボックス2107がある。

【0084】以上の画質コントローラウィンドウ2401を用いると、鮮鋭度を指標としてフィルタを選択することが出来る。

【0085】図25に、フィルタを鮮鋭度の順に並べる手順を示す。

ステップ2501：理想エッジと点広がり関数PSFとを用いたエッジプロファイルシミュレーションによりエッジプロファイルを作成する。

ステップ2502：一つのフィルタに着目し、その着目フィルタを、前記ステップ2501で作成したエッジプロファイルに、適用する。

ステップ 2503: 元のエッジプロファイルとフィルタ適用後のエッジプロファイルとから点広がり関数 P S F を推定する。

ステップ 2504: 求めた点広がり関数 P S F の半値幅を求め、着目フィルタの評価値とする。

ステップ 2505 & 2507: 予め生成した複数のフィルタについて前記ステップ 2505 ~ 2504 を繰り返す。

ステップ 2506: 評価幅が狭いものから広いものへの順番すなわち先鋭度の順にフィルタを並べる。

【0086】なお、図 20 において、ローカルエリアネットワーク 2002 に接続された指掌紋画像入力装置 2003 や、ワイドネットワーク 2005 に接続された指掌紋画像入力装置 2006, 2007, 2008 を、本発明の指掌紋画像入力装置 100 と同様の構成にしてもよい。

【0087】他の実施形態としては、本発明の指掌紋画像入力装置の構成を指掌紋照合装置 2001 に含めたものが挙げられる。この場合、ネットワーク 2002 に接続された指掌紋画像入力装置（例えば 2003）から該装置の点広がり関数 P F S と画質補正を行っていない指掌紋画像とを指掌紋照合装置 2001 が受信し、受信した点広がり関数 P F S を用いて、受信した指掌紋画像の画質を、指掌紋照合装置 2001 内の指掌紋画像入力装置の構成により補正する。これにより、指掌紋照合装置 2001 は、元の画像処理アルゴリズムを実質的にそのまま適用可能となる。あるいは、ネットワーク 2002 に接続された指掌紋画像入力装置（例えば 2003）から画質補正を行っていない指掌紋画像を指掌紋照合装置 2001 が受信し、該画像読取装置 2011 の点広がり関数 P F S を用いて、指掌紋照合装置 2001 の画像読取装置 2011 で撮影した指掌紋画像を、受信した指掌紋画像の画質に合うように画質補正し、受信した指掌紋画像と画質補正した自己の指掌紋画像とを目視で比較するようにしてもよい。

【0088】

【発明の効果】本発明の画像処理方法、画像処理装置および指掌紋画像入力装置によれば、撮像装置に固有の特性を吸収する補正処理を行って所望の画質の画像を得ることが出来る。そこで、画像同士を目視により比較する場合に、それら画像を得た撮像装置に起因する画質の差を解消できるので、正確な比較を行うことが出来る。また、指掌紋照合装置に入力する画像を本来の指掌紋画像入力装置以外の指掌紋画像入力装置から得る場合に、本来の指掌紋画像入力装置とそれ以外の指掌紋画像入力装置の画質の違いを解消できるので、元の画像処理アルゴリズムを実質的にそのまま適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態の指掌紋画像入力装置の機能構成図である。

【図 2】図 1 の指掌紋画像入力装置の処理の流れ図である。

【図 3】ハニングウィンドウの例示図である。

【図 4】MTF および P S F を推定する処理の流れ図である。

【図 5】鮮鋭化フィルタを設計する過程の説明図である。

【図 6】ローパスフィルタを設計する過程の説明図である。

10 【図 7】本発明の一実施形態の指掌紋画像入力装置の外観構成図である。

【図 8】実体エッジを描いたテストパターンの例示図である。

【図 9】エッジ部分を指定する操作の説明図である。

【図 10】プロファイル獲得ダイアログウィンドウの例示図である。

【図 11】プロファイルダイアログウィンドウの例示図である。

20 【図 12】MTF & P S F 推定ダイアログウィンドウの例示図である。

【図 13】MTF ダイアログウィンドウの例示図である。

【図 14】P S F ダイアログウィンドウの例示図である。

【図 15】フィルタ設計ダイアログウィンドウの例示図である。

【図 16】フィルタ保存実行ダイアログウィンドウの例示図である。

30 【図 17】フィルタ情報確認ダイアログウィンドウの例示図である。

【図 18】エッジプロファイルシミュレーションダイアログウィンドウの例示図である。

【図 19】エッジ部分を自動抽出して振幅伝達関数 M T F および点広がり関数 P S F を推定する手順の流れ図である。

【図 20】ネットワークに接続された指掌紋画像入力装置および指掌紋照合装置を示す構成図である。

【図 21】比較ウィンドウの例示図である。

40 【図 22】画質コントローラウィンドウの第 1 例の例示図である。

【図 23】処理装置が画質コントローラウィンドウを表示しながら実行する処理手順の流れ図である。

【図 24】画質コントローラウィンドウの第 2 例の例示図である。

【図 25】フィルタを鮮鋭度の順に並べる手順の流れ図である。

【符号の説明】

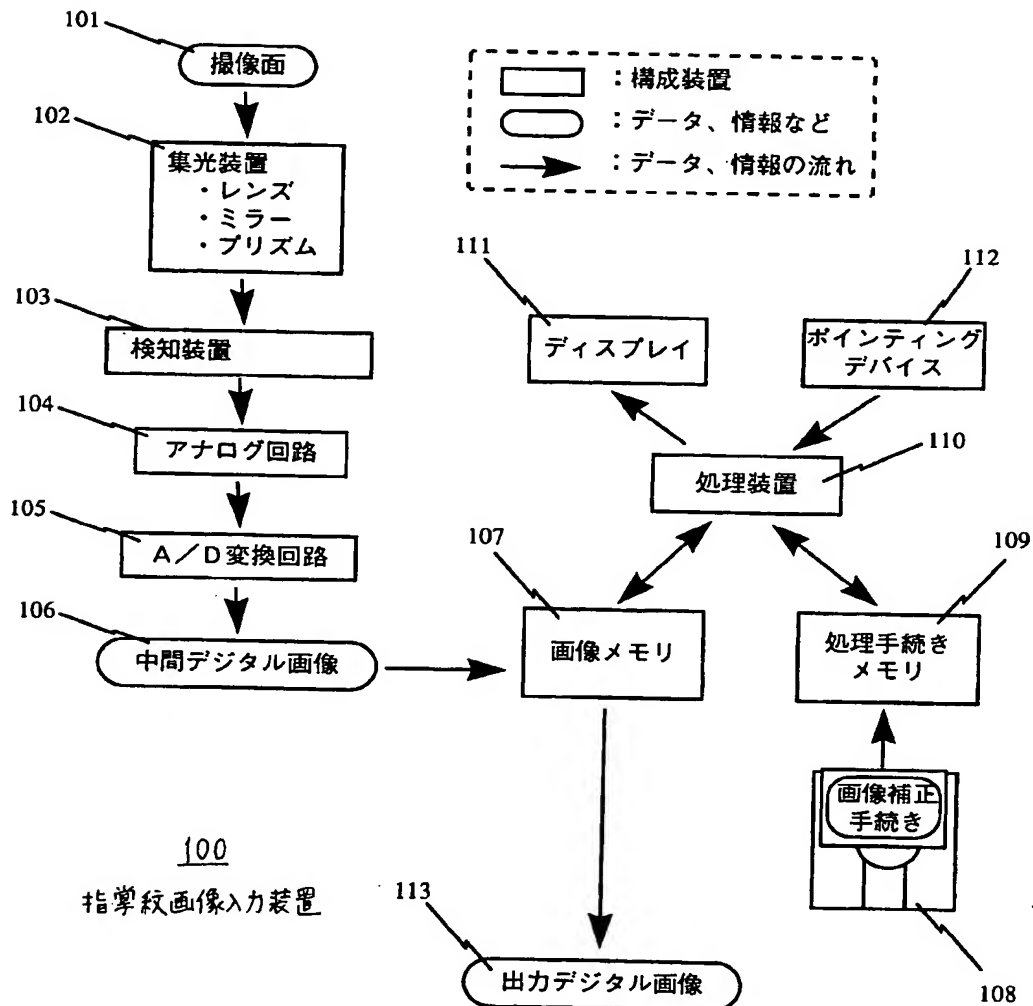
100...指掌紋画像入力装置、102...集光装置、103...検知装置、104...アナログ回路、105...A/D 変換回路、107...画像メモリ、108...画像

補正手続き、109・・・処理手続きメモリ、110・・・処理装置、111・・・ディスプレイ、112・・・ポインティングデバイス、113・・・出力デジタル画像

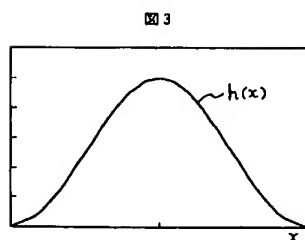
ングデバイス、801・・・画像読取装置、2002・・・ローカルエリアネットワーク。

【図1】

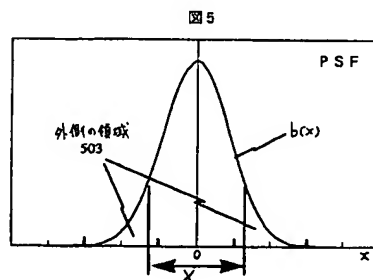
図1



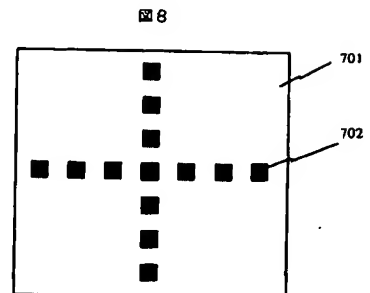
【図3】



【図5】

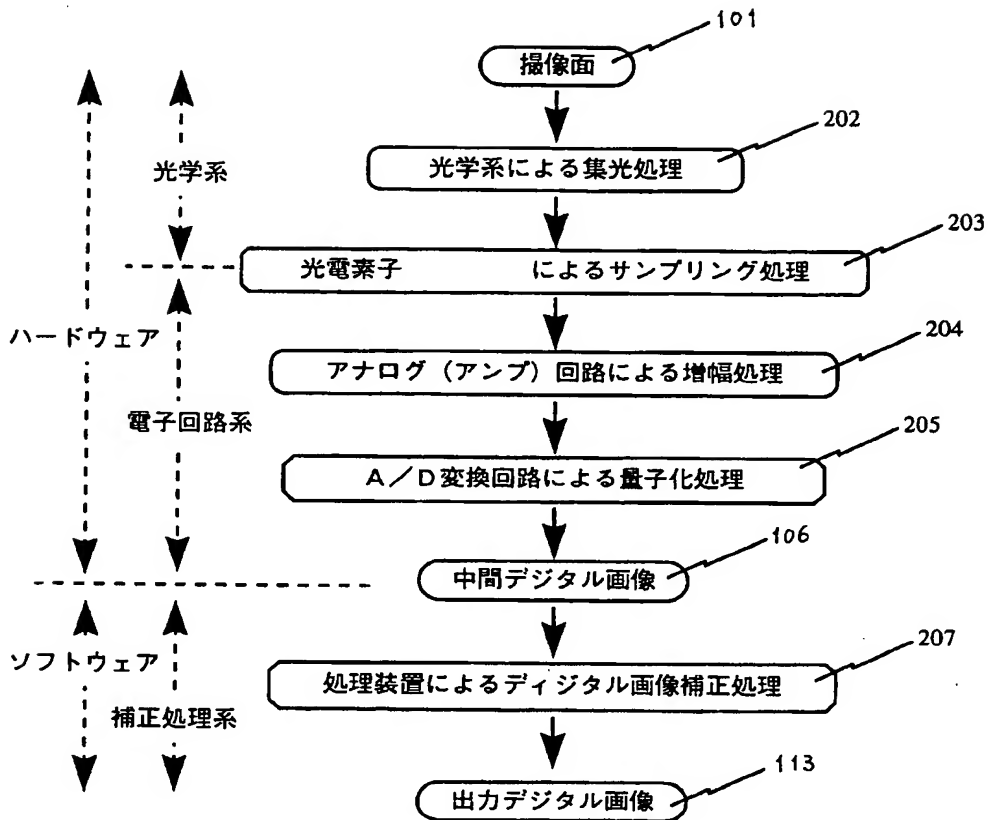


【図8】



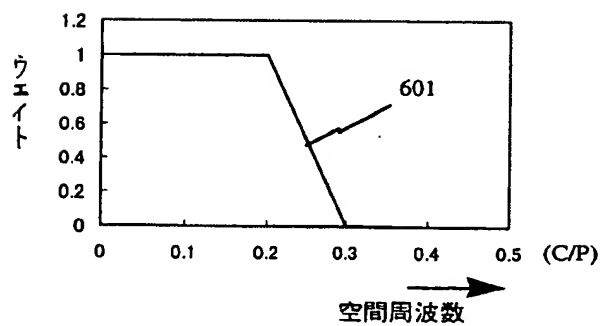
【図2】

図2



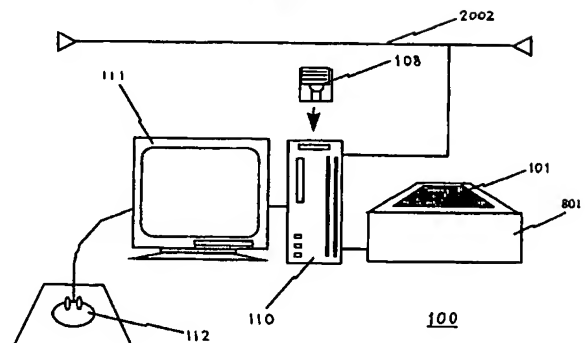
【図6】

図6



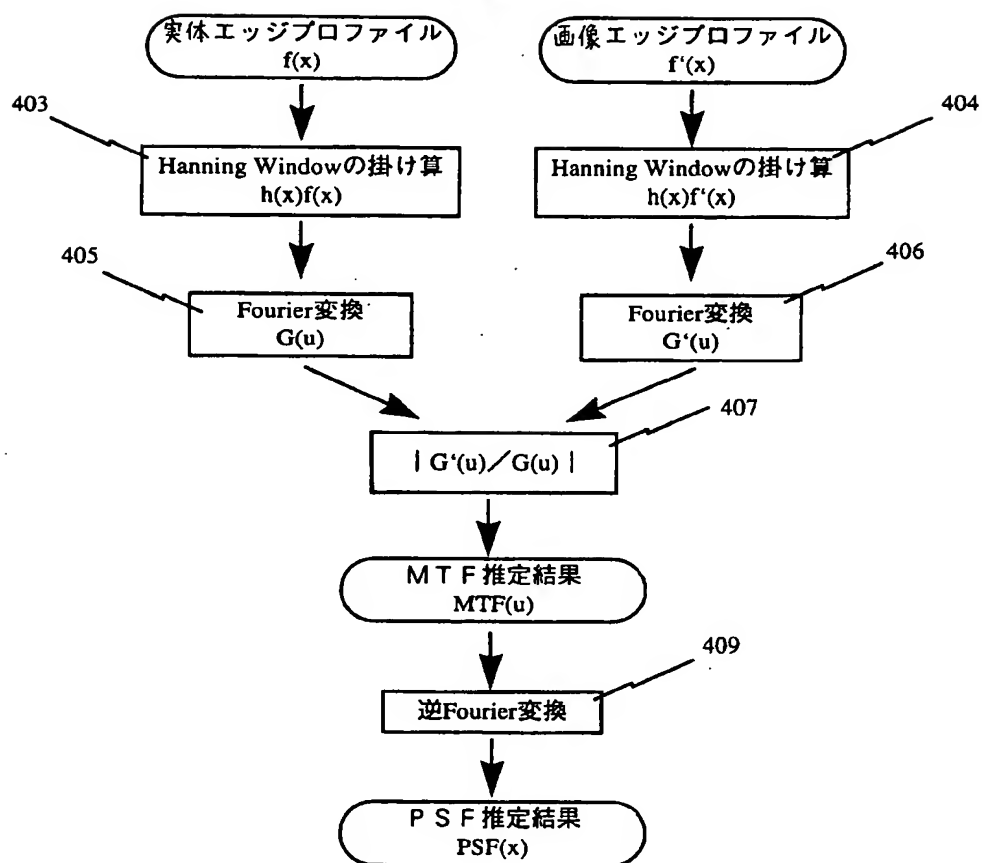
【図7】

図7



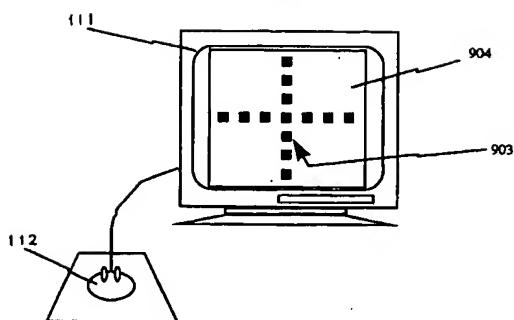
【図4】

図4



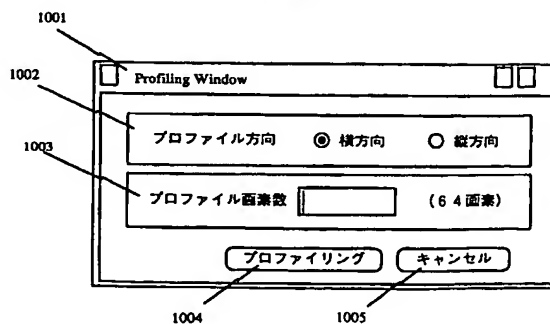
【図9】

図9



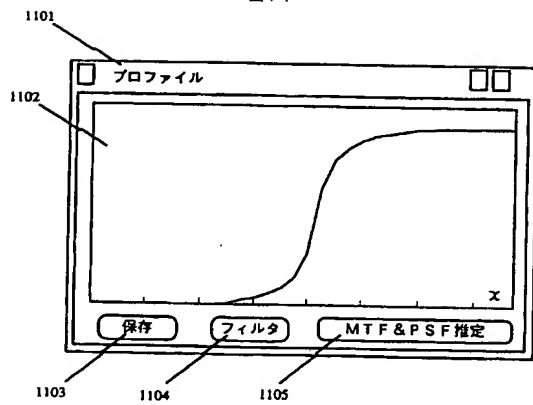
【図10】

図10



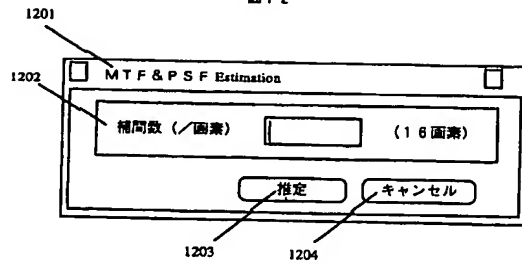
【図11】

図11



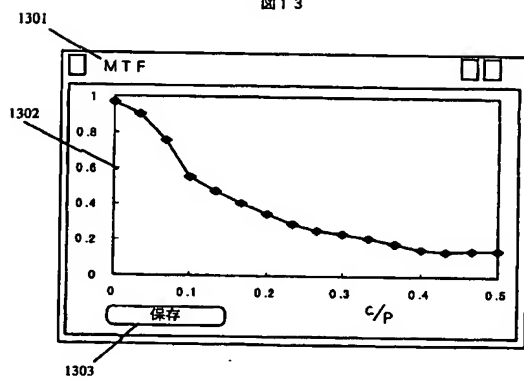
【図12】

図12



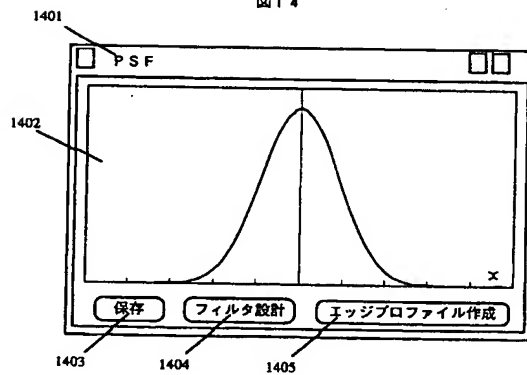
【図13】

図13



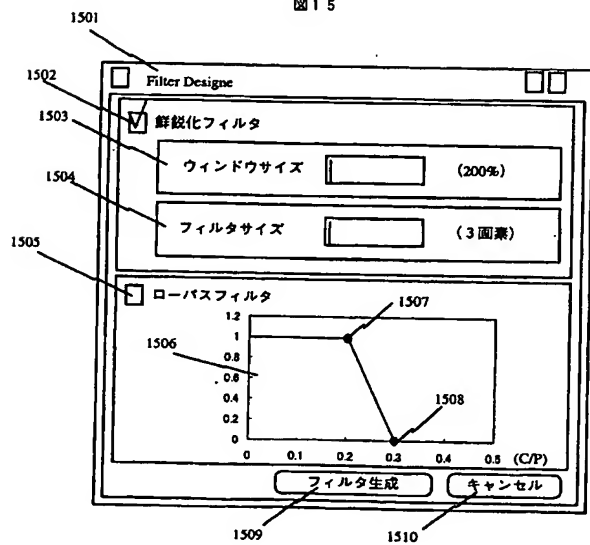
【図14】

図14



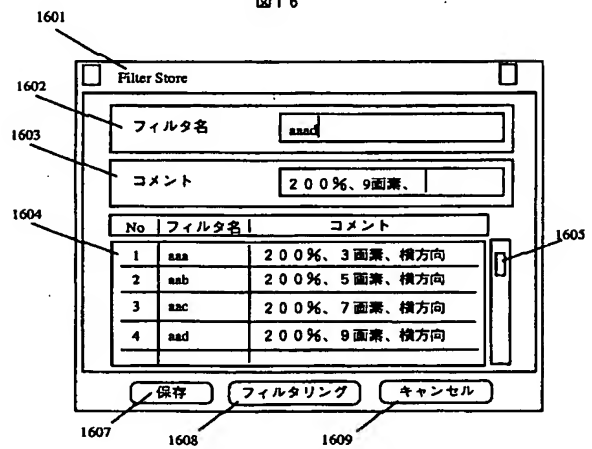
【図15】

図15

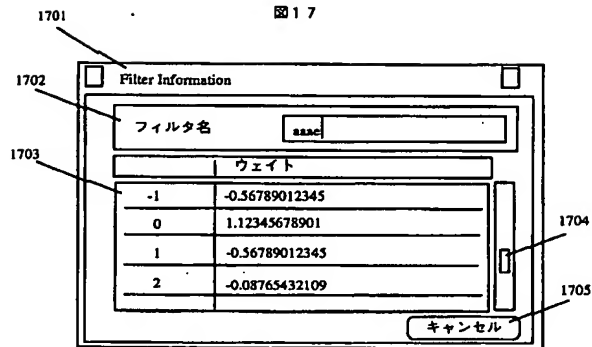


【図16】

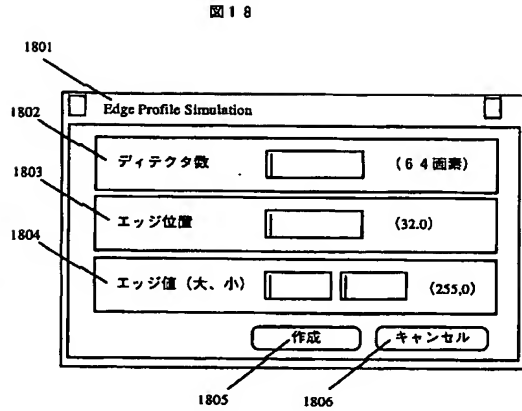
図16



【図17】

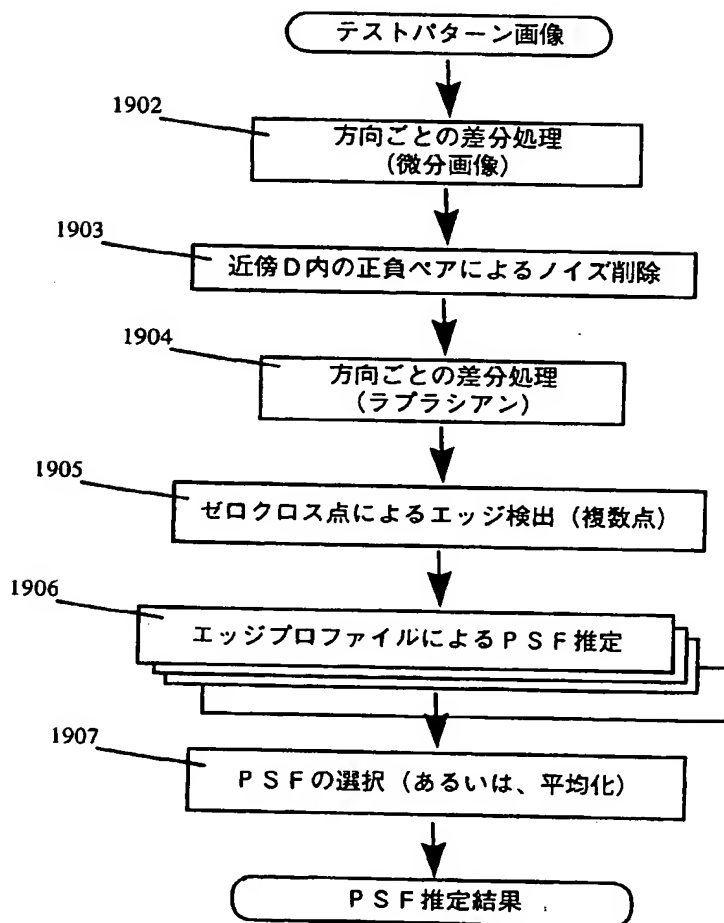


【図18】



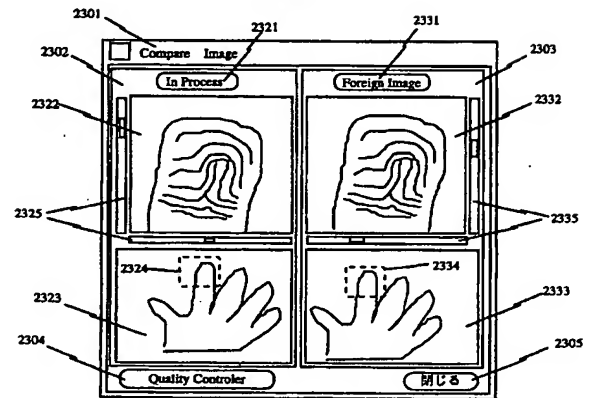
【図19】

図19



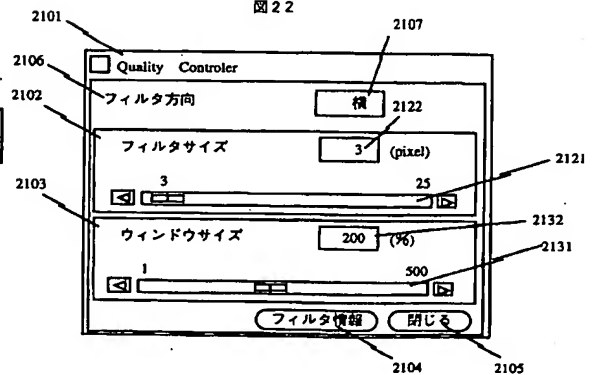
【図21】

図21

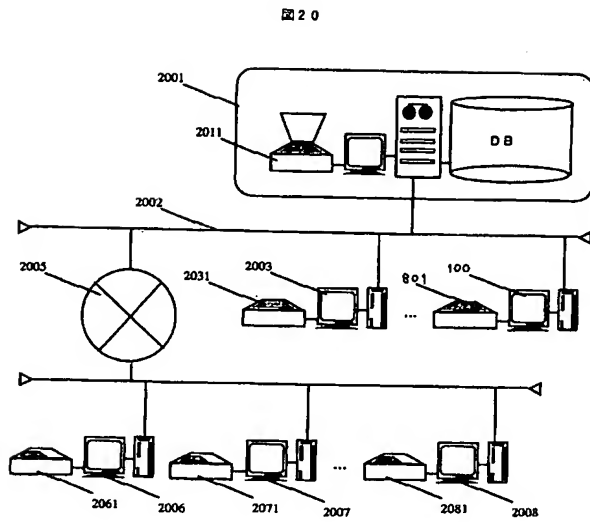


【図22】

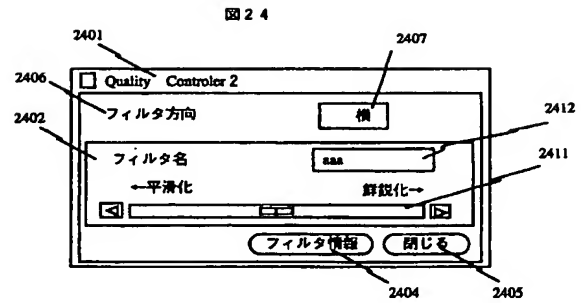
図22



【図20】

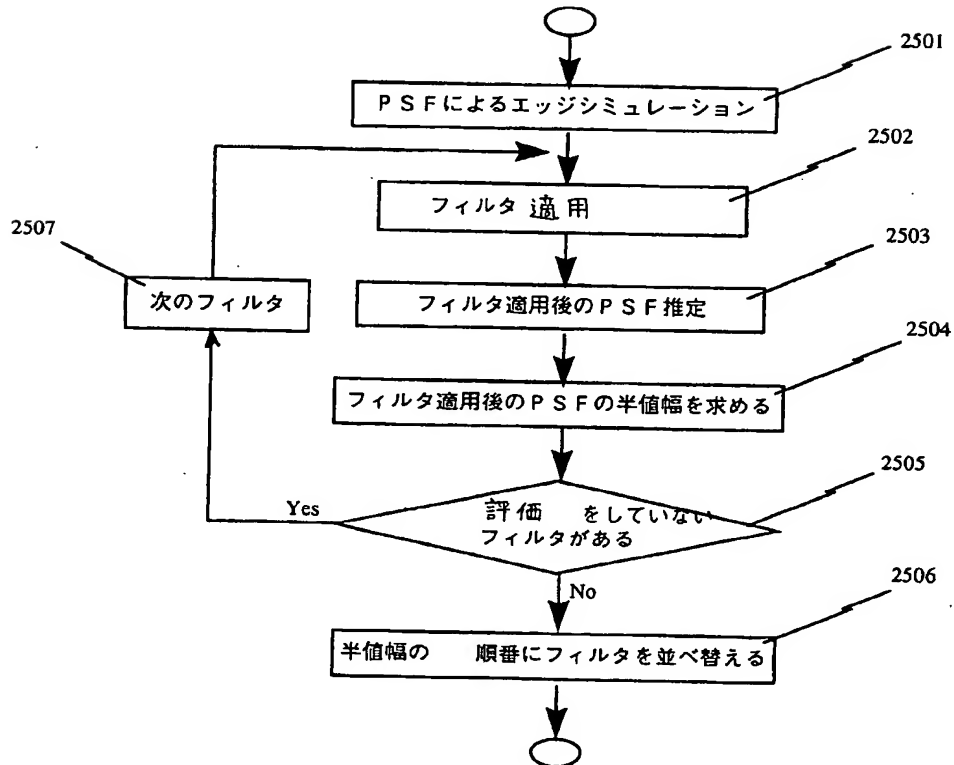


【図24】



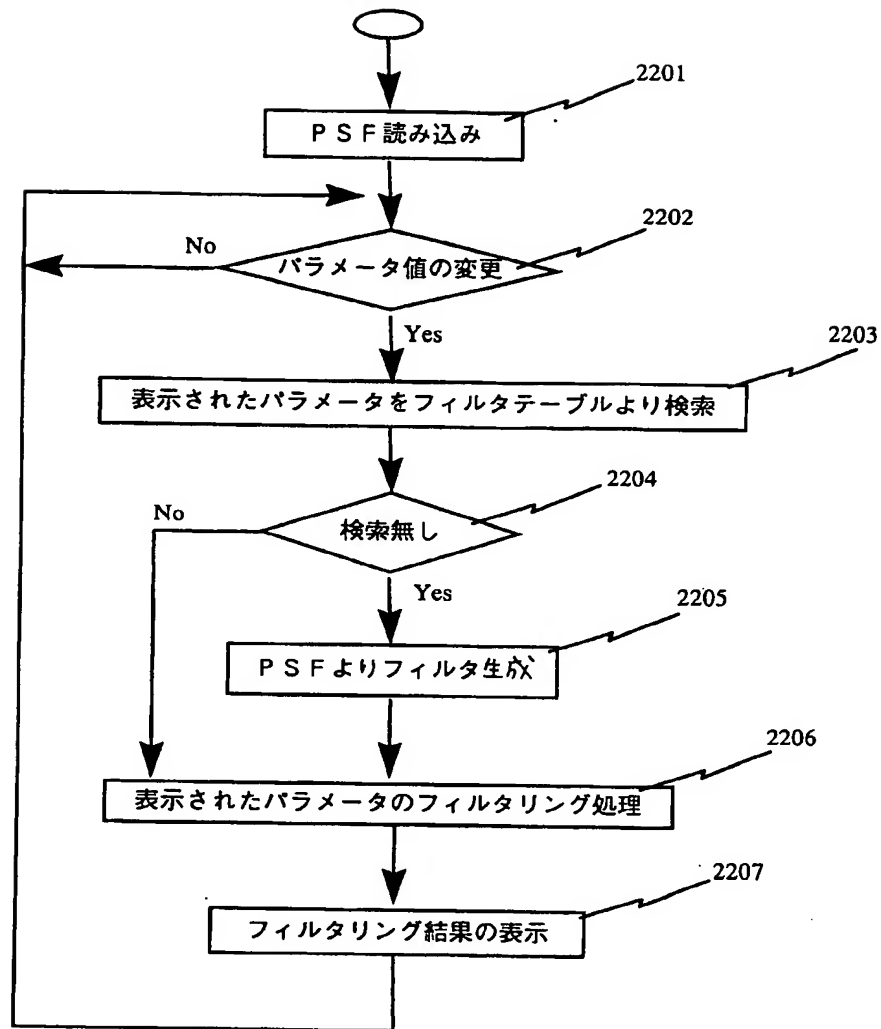
【図25】

図25



【図23】

図23



フロントページの続き

(72)発明者 瀬戸 洋一
 神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
 式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 黒田 守観
 茨城県日立市幸町三丁目2番1号 日立エ
 ンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 5B043 AA09 BA02 BA03 DA05 DA06
 EA18 HA02
 5B047 AA25 AA30 BC07 CA14 CB22
 DA10 DB01 DB04 EA02